

Universidad del CEMA

Maestría en Finanzas

Proyecto:

Rediseño y Gestión de Relleno Sanitario
(Energía Renovable y Créditos de Carbono)

Autores:

María Eugenia Borghi
Sergio Hernández
Alejandro Jarak

Resumen ejecutivo

El objetivo del presente análisis es evaluar el valor económico del rediseño de un relleno sanitario existente, a partir no sólo del enfoque de generación de energías renovables y otros subproductos (biogás, energía eléctrica, energía calórica, abono/mejoradores de suelos), sino también del aprovechamiento de la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) que estas modificaciones en el relleno puedan generar, usando los mismos para calificar el proyecto como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Esto posibilitará a su vez la obtención de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs), también conocidos como Bonos Verdes o Créditos de carbono.

Los principales supuestos del proyecto son:

- Inversión Inicial: U\$2,6M,
- Horizonte de Planeamiento: 15 años,
- Total de Créditos de Carbono comercializables: 1.7 millones,
- Total de Energía Generada: 280.000MW
- Precio de CERs: precio actual con crecimiento hasta el promedio histórico en 2012, luego constante
- Precio de la Energía: Promedio semestral MEM proyectado por inflación
- Tasa de descuento: 15,4%

Principales indicadores económicos en el escenario base:

- Valor Presente Ajustado (VPA) @ 15,4% : (U\$ 0,9M) Pérdida
- Tasa Interna de Retorno (TIR):12%
- TIR Modificada (TIRM): 11,1%

Sensibilidades:

Variables Microeconómicas:

Se evaluó la sensibilidad del proyecto a precio y cantidades producidas, siendo ésta última la variable más influyente en el valor del esperado del proyecto. Al respecto se determinó que un incremento del 6% en las cantidades producidas hace positivo (\$0M) el valor esperado del proyecto en el escenario base, con una TIR del 14,1%, mientras que un incremento del 12% lleva el valor esperado del proyecto en el escenario base a U\$0.8M con una TIR del 16,1%.

Variables Macroeconómicas:

Se incluyen en el presente estudio 3 escenarios macroeconómicos alternativos, estableciéndose un escenario esperado sobre el que se modelaron las sensibilidades propias del proyecto. Tomando en cuenta dicho escenario, los valores esperados son:

	<u>Escenario Base</u>	<u>+6% en cantidades</u>	<u>+12% en cantidades</u>
VPA @ 15,4%:	(U\$ 0,1M)	U\$0,8M	U\$1,6M

Índice

Introducción.....	3
I. Análisis del Negocio.....	4
1. Descripción del proyecto y justificación del negocio.....	4
2. Descripción del Proceso Productivo.....	4
3. Ubicación y justificación del proyecto.....	7
4. Valor de los créditos de carbono para el negocio.....	9
5. Estudio del sector.....	11
6. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.....	15
7. Ventajas Comparativas del proyecto.....	15
II. Proyección y evaluación.....	16
1. Identificación de variables claves.....	16
2. Premisas y supuestos del caso base.....	19
3. Identificación de escenarios alternativos.....	22
4. Evaluación económica financiera y financiamiento.....	23
III. Informe final.....	26
1. Análisis de sensibilidad y riesgo.....	26
2. Conclusiones y recomendaciones.....	29
Fuentes de Información.....	30
Anexos	
I. Estado de Resultados y Flujo de fondos Proyectado	
II. Análisis del Negocio	
III. Inversión	
IV. Impuestos	
V. Cálculo de la Tasa de Descuento	
VI. Valuación	

Introducción

El objetivo del presente análisis es evaluar el valor económico del rediseño de un relleno sanitario existente, a partir no sólo del enfoque de generación de energías renovables y otros subproductos (biogás, energía eléctrica, energía calórica, abono/mejoradores de suelos), sino también del aprovechamiento de la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) que estas modificaciones en el relleno puedan generar, usando los mismos para calificar el proyecto como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Esto posibilitará a su vez la obtención de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs), también conocidos como Bonos Verdes o Créditos de carbono.

Son sus fuentes principales de ingresos:

- Primaria: Comercialización de créditos de Carbono (en el mercado internacional)
- Secundaria: Generación de energía a partir de biogás (en el mercado local)

El proyecto abarca el rediseño del relleno sanitario en cuestión a través de la instalación de un biodigestor y de un sistema de captación del biogás (gas metano) que emiten los residuos orgánicos existentes en el relleno y permite, a partir de la utilización de dicho biogás como combustible, generar electricidad, lo que conlleva la reducción del impacto ambiental del relleno por emisiones de gas, principalmente metano (CH₄), lo que a su vez habilita la obtención de la calificación del proyecto como MDL, y la consecuente obtención de CERs conforme lo establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) y el Protocolo de Kyoto.

Cabe aclarar que se considera la calificación como MDL y la obtención de CERs como los factores diferenciales del proyecto, siendo las mejoras en el relleno existente (instalación del biodigestor, captación de biogas y generación de energía) etapas intermedias necesarias para lograr tal calificación con el objetivo de comercializar los créditos de carbono.

I. Análisis del negocio

1. Descripción del proyecto y justificación del negocio

La disposición de los residuos sólidos ha sido motivo de constante preocupación de gobiernos y entidades ambientales. En años recientes, la relevancia que ha cobrado el cuidado del ambiente y la aparición de nuevos estudios y proyecciones acerca de los efectos no deseados del desarrollo económico, tales como el calentamiento global y el cambio climático, han reforzado la concientización sobre la importancia de desarrollar políticas limpias y ecológicamente responsables y sostenibles, entre las que se enmarca el tratamiento y disposición de residuos sólidos, haciendo que el tema cobre aún más relevancia a nivel nacional e internacional.

Entre las distintas formas de disposición de residuos, los rellenos sanitarios, siempre que cuenten con una buena gestión y separación de los desechos, son los que hoy en día brindan un mayor espectro de posibilidades respecto de la generación de negocios relacionados con el cuidado ambiental, y a la vez son los menos desarrollados en este aspecto, dado el escaso conocimiento y falta de capacitación en temas ambientales tanto en el ámbito público como el privado.

Es así como se ha identificado como base del estudio un relleno sanitario típico, donde al momento de realizar la inversión se están disponiendo los residuos en celdas, donde se produce la descomposición de los residuos orgánicos, generando gas metano (biogás), que se emite a la atmósfera (que más adelante definiremos como “línea de base”). Sobre el mismo se ha analizado la factibilidad de producir energía a través del biogás, adicionando como factor diferenciador la calificación del proyecto como MDL y la obtención de CERs.

La inversión de capital estimada para este proyecto es de U\$2,6 millones, lo que permitirá llevar a cabo los siguientes cambios:

- 1) La instalación de un sistema de captura del Gas de Relleno Sanitario (GRS o LFG por sus siglas en inglés, consistente en un bio-digestor que permitirá optimizar los sistemas de generación y la colección de gases, aportando la materia prima para alimentar un generador de energía eléctrica, que permitirá incrementar la base de energía existente en la región analizada.
- 2) La calificación del relleno como un proyecto MDL, de manera de obtener certificados por la reducción de emisiones de GEI, que puedan comercializarse en el mercado y permitan amortizar la inversión y generar rentabilidad en un plazo más corto que los proyectos tradicionales de energía.

Mediante la implementación de estos cambios se espera obtener, en los próximos quince años, aproximadamente 1.700.000 toneladas de CO₂ equivalente e incorporar al 280.000 MW de electricidad al mercado eléctrico.

2. Descripción del Proceso Productivo

Descomposición de los residuos sólidos orgánicos

En cualquier proyecto MDL, es fundamental contar con la posibilidad de medir la reducción de gases GEI.

En el caso de un relleno, los variados componentes de los residuos sólidos se degradan anaeróbicamente a diferentes tasas. Por ejemplo: los alimentos se descomponen más rápido que los productos de papel; otros como el cuero, la goma y algunos plásticos también son materias orgánicas, usualmente se resisten a la biodegradación; y algunos materiales derivados de la celulosa, plásticos, textiles y otras materias orgánicas son muy resistentes a la descomposición vía

organismos anaeróbicos. La tasa de generación de biogás dependerá de distintas variables tales como: la composición de los residuos y más concretamente la porción de residuos orgánicos, el número de organismos presentes en la basura (composición), los nutrientes, la temperatura, la acidez (pH), el contenido de humedad, la cobertura y densidad de compactación.

En un relleno sanitario, el metano es el principal gas que se genera. El interés en los proyectos MDL, es entonces, medir la cantidad de CH₄ generado por el relleno, para luego, mediante las intervenciones mencionadas, reducir las emisiones del mismo.

A pesar de la falta de uniformidad de la descomposición anaeróbica, se han desarrollado algunas fórmulas empíricas para predecir la cantidad de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) que se genera de la descomposición de los materiales orgánicos.

Para la estimación del potencial de generación de LFG se cuenta actualmente con dos opciones complementarias: los modelos físico-matemáticos y las pruebas de bombeo realizadas en el mismo relleno.

Los modelos conocidos se basan en predecir la cinética de las reacciones que intervienen en el proceso de descomposición anaeróbica de los componentes orgánicos contenidos en los residuos.

En general estos modelos tienen en cuenta la composición, el contenido de humedad y la masa de los residuos sólidos acumulados, las condiciones climáticas, y el tiempo transcurrido desde que se inició la disposición en el relleno, siendo los más conocidos el Modelo Triangular y los modelos de degradación de primer orden (FOD por sus siglas en inglés). A continuación mencionamos brevemente sus fundamentos:

- a) Modelo Triangular: considera la existencia de dos tipos de material orgánico contenidos en los residuos que se disponen en el relleno sanitario de acuerdo a la velocidad de descomposición: los de biodegradabilidad rápida y los de biodegradabilidad lenta, asumiendo que los gases provenientes de la descomposición de la fracción “rápida” se realiza en un ciclo de 5 años con una producción máxima al año de ser dispuestos en el relleno. Para la fracción “lenta”, los supuestos son, un ciclo de vida de 15 años y una tasa de producción de biogás máxima en el año 5.
- b) Modelo de degradación de primer orden: Este modelo utiliza una cinética de degradación de primer orden de la materia orgánica dispuesta en el relleno sanitario, arribando a una fórmula que vincula las cantidades Residuos Sanitarios Urbanos (RSU) con los factores que mencionamos como determinantes en la generación de metano para arribar a un factor de capacidad de generación y determinar así la cantidad de metano liberada estimada. La fórmula utilizada para estimar la cantidad total de metano generada en el relleno sanitario para un año dado es:

$$CH_4 = \sum A * k RSU_T (x) * Lo * e^{-k (t x)}$$

Donde:

CH₄ = metano generado en el año t [Gg CH₄/año]

A = factor de normalización [(1-exp(-k))/k]

t = año de inventario [año]

x = años para los cuales los datos de entrada deberían sumarse

k = tasa de generación de metano [año⁻¹]

RSUT(x) = total de RSU dispuestos en el relleno sanitario en el año x [Gg RSU/año]

Lo = potencial de generación de metano [Gg CH₄/Gg RSU]

En base a estas hipótesis de distribución temporal de la producción de gas se puede predecir el volumen esperado de biogás en el tiempo.

Estos modelos y la mencionada capacidad de llevarlos a cabo en un relleno sanitario, tienen una importancia fundamental para la determinación de la situación inicial (sin proyecto), que denominaremos “línea de base”, para luego comparar este *status* inicial con el obtenido luego de ejecutar el proyecto y por diferencia medir el “ahorro” de emisiones de CH₄ a la atmósfera, que se utilizará en la calificación MDL del proyecto.

Fases en la biodegradación de los residuos sólidos

En general la biodegradación de los residuos sólidos sigue un patrón de cinco etapas:

Fase 1: Esta fase es aeróbica que sucede inmediatamente después que la basura es depositada. Las sustancias de fácil biodegradación se comienzan a degradar a partir de su contacto con el oxígeno del aire, mientras se ejecutan las operaciones sobre el resto de las sustancias para facilitar su descomposición tales como túneles de fermentación, digestor, vertedero, etc. Se produce CO₂ y la temperatura comienza a elevarse. En general es una etapa relativamente corta.

Fase 2: Fase de transición, aeróbica, donde ocurre un proceso de fermentación, se desarrollan ácidos en los líquidos percolados (que se desprenden de la misma basura) y se produce una caída importante en el pH. En estas condiciones el biogás está compuesto básicamente de CO₂. Se caracteriza esta fase por el paulatino descenso de las condiciones aerobias, presencia de oxígeno, hasta su completa desaparición, comenzando la etapa anaeróbica.

Fase 3: Fase ácida, en esta fase se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase anterior con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas de hidrógeno. Las características propias de la fase ácida son:

- Generación de diversos compuestos gaseosos, principalmente dióxido de carbono, CO₂, además de gas de hidrógeno (H₂). El pH de la fase líquida del medio, si existe, frecuentemente caerá hasta un valor de 5 o menos, por la presencia de los ácidos orgánicos y por las elevadas concentraciones de CO₂.
- La demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅, la demanda química de oxígeno, DQO, y la conductividad del medio líquido se incrementarán significativamente debido a la disolución de ácidos orgánicos.
- Disolución de algunos constituyentes inorgánicos, principalmente metales pesados, y de algunos nutrientes en el medio líquido, debido a los bajos valores del pH.

Fase 4: Esta fase, dominada por microorganismos que comienzan a desarrollarse hacia el final de la fase ácida, estrictamente anaerobios y denominados metanogénicos, se caracteriza por la conversión del ácido acético y el gas de hidrógeno, producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida, en CH₄ y CO₂ (Gas Metano y Dióxido de Carbono). Es la fase anaeróbica donde la producción de metano alcanza su más alto nivel, con una concentración de metano estable en el rango de 40% a 60% por volumen de biogás.

Fase 5: Fase de maduración, esta fase mucho menos activa en lo que a la generación de gases se refiere, viene caracterizada por una disminución de la humedad y la conversión del material biodegradable que anteriormente no estaban disponibles.

La velocidad de generación del gas de vertedero disminuye significativamente, porque la mayoría de los nutrientes disponibles se han diluido en el medio líquido durante las fases anteriores, y los sustratos que quedan en el medio sólido son de una degradación lenta.

Las fases 1 y 2 pueden tener una duración de entre semanas a dos o más años. En general, una mayor temperatura ambiental tenderá a acelerar los procesos de biodegradación. Altas tasas de compactación y acumulación de la basura en capas delgadas también tendrán el mismo efecto. La

acumulación de la basura en celdas pequeñas también acelerará las reacciones tendiendo a reducir la duración de estas etapas.

Las fases 3 y 4, en tanto, pueden llegar a durar aproximadamente 5 años en su nivel más elevado para luego decaer progresivamente, dependiendo de las condiciones de operación del relleno y en particular del contenido de humedad de la basura.

Como la humedad tiende a acelerar las bio-reacciones que ocurren en la basura, las precipitaciones tenderán a reducir la duración de estas etapas y a aumentar la generación de biogás en el tiempo.

La recirculación de los líquidos percolados hacia las celdas de disposición contribuirá al contenido de humedad de la basura y a acelerar las reacciones.

La fase 5 del ciclo de vida de un relleno sanitario dependerá en gran parte de las condiciones de operación desarrolladas desde un principio en un relleno.

Sin embargo, puede tomar décadas e incluso siglos para que la basura depositada en un relleno finalmente se estabilice.

Reducción de emisiones

El proceso de degradación hasta aquí descrito libera emisiones a la atmósfera de distintos gases, principalmente Dióxido de Carbono (CO₂) y gas Metano (CH₄), este último englobado dentro de los GEI, responsables del daño a la capa de ozono y el calentamiento global o efecto invernadero.

Como se explicó en las secciones anteriores, estas emisiones pueden medirse con relativa precisión y determinar una “línea de base” o punto de partida a partir del cual pueden reducirse las mismas mediante distintas acciones u intervenciones sobre el relleno existente, entre ellas:

- a) Combustión de los gases por chimeneas: al provocar la combustión del gas, se destruyen las moléculas de CH₄ y se libera CO₂, disminuyendo la incidencia de las emisiones a la atmósfera.
- b) Generación eléctrica: la combustión mediante un generador de energía eléctrica y su utilización (bioenergía), no sólo reduce la cantidad de emisiones por destrucción de las partículas de CH₄, sino que, al producirse energía “renovable”, el CO₂ liberado en el proceso que proviene de sustancias orgánicas, es considerado “neutro”.

Certificación MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio)

Una vez producidas las mejoras en el relleno sanitario, se procederá a certificar el mismo como MDL ante los organismos nacionales e internacionales pertinentes. El proceso se encuentra detallado en la sección 5 “Estudio del sector”.

CERs

La certificación obtenida permitirá obtener Créditos sobre el diferencial entre la situación antes del proyecto “línea de base” y la estimada al implementar el mismo. Estos créditos cuentan con cotización internacional y son pasibles de ser transferidos o vendidos en el mercado, según se explica en la sección 5 “Estudio del Sector”.

3. Ubicación y justificación del proyecto.

Para desarrollar el estudio y realizar las proyecciones se utilizó como base un proyecto existente en la provincia de Tucumán, que recibe los residuos sólidos de San Miguel de Tucumán y su área de influencia, estimada en aproximadamente 800.000 habitantes equivalente a un total de entre 500 toneladas a 700 toneladas diarias, siendo la capacidad total de diseño del relleno de unas 900 toneladas diarias.

El racional para su elección desde el punto de vista del negocio de los créditos de carbono se justifica principalmente por dos factores:

i) Su tamaño relativo y perspectiva temporal:

Por masa crítica (5to relleno en tamaño del país) y por sustentabilidad temporal (vida útil estimada en 25 años) reduce el riesgo de inversión y aumenta las posibilidades de negocio en el tiempo.

ii) Cuestiones ya resueltas a cargo del municipio y privados

Al ser un proyecto ya instalado y funcionando cuestiones como la administración del relleno, la recolección de residuos en las áreas urbanas y su transporte al relleno se encuentren resueltos, lo que reduce significativamente los tiempos de aprobación, proyección y ejecución de obras.

El relleno sanitario es administrado en la actualidad por privados, quienes cuentan con la concesión del mismo hasta el año 2025 y cuya fuente de ingresos son los municipios y empresas recolectoras que depositan los residuos en el relleno y abonan un monto fijo por tonelada que ingresa al mismo. La negociación respecto del ingreso al relleno y la contraprestación económica o en especie es objeto de negociación entre las partes. Para el presente análisis se asumió un contrato de explotación por el cual el ejecutor del proyecto aporta las tecnologías y la administración de la planta de generación y recibe a cambio los beneficios económicos del mismo. El administrador del relleno sanitario recibe a cambio del derecho de paso y explotación un 15% de lo producido por los créditos de carbono y por venta de energía eléctrica.

Detalle de Inversión y gastos asociados

La inversión estimada para la puesta en marcha del proyecto se estimó en U\$\$ 2,6 millones según surge del siguiente cuadro.

Tabla 1: Gastos de puesta en marcha

<i>Gastos de Armado y puesta en marcha del proyecto (construcción y puesta en marcha de planta)</i>	<i>En miles de U\$S Estimados</i>
Visitas, planos 3D y diseño de plataforma planta de biogas	\$ 148
Sistema de captación de lixiviados	\$ 25
Instalación de Sistema de recirculación de lixiviados	\$ 70
Preparación de caños de captación de biogás	\$ 23
Diseño de la planta de biogás	\$ 50
Perforación de pozos de captación	\$ 87
Diseño Sistema de Recirculación	\$ 70
Gestiones de Presentación ante la EIA	\$ 30
Proyecto y Gestión integral EE a la red	\$ 12
Relevamiento planialtimetrico de todo el predio	\$ 17
Compra 2 Usinas Guascor de 500 Kwe	\$ 800
Gastos de importación y fletes	\$ 280
Instalacion del equipo principal de generación	\$ 18
Instalación puesta en marcha y montaje de usinas	\$ 925
Otros Gastos (Capacitacion, ajustes y otros)	\$ 25
Total	\$ 2.580

Adicionalmente se estimaron las siguientes necesidades de personal y costos asociados para operar las mejoras implementadas en el proyecto, de U\$ 0.9 millones anuales, según el siguiente detalle

Tabla 2: Estimación de necesidades de personal

Estimación de necesidades de personal	Cantidad	Costo Mensual	Costo Anual
	Personas	mUS\$	mUS\$
Supervisores x turno	1	\$ 3,0	\$ 39
Operarios x turno	3	\$ 2,0	\$ 78
Cantidad de turnos	3		\$ -
<i>Total Operarios</i>	<i>12</i>		<i>\$ 351</i>
<i>Administracion/compras y logistica</i>	<i>2</i>	<i>\$ 2,2</i>	<i>\$ 58</i>
<i>Mantenimiento</i>	<i>3</i>	<i>\$ 1,5</i>	<i>\$ 59</i>
Total RRHH	17		\$ 468
<i>Cargas sociales (65%)</i>			<i>\$ 304</i>
<i>Otros beneficios al personal (U\$400/FTE mes)</i>	<i>17</i>	<i>\$ 6,8</i>	<i>\$ 115</i>
Total Gastos Personal Anualizados			\$ 887

Ejecutado el proyecto, se verificarán las siguientes mejoras:

- Nuevas celdas equipadas con sistemas de recolección y destrucción de gas.
- Un bio-digestor para la generación de energía.
- Un sistema optimizado de generación y colección de gas.
- Una nuevo sistema de lixiviado¹ y tratamiento de dicho efluente.

Estos cambios permitirán asegurar el cumplimiento de todas las normas ambientales locales e internacionales y habilitarán la calificación del proyecto como MDL, con el beneficio diferencial de poder comercializar los créditos de carbono (CERs) generados en el mercado internacional.

Adicionalmente, los cambios traerán otros beneficios para la zona de influencia entre las que pueden enumerarse:

- Disminución de olores
- No contaminación de las aguas subterráneas
- Cero riesgo de explosiones sobre el venteo de gases.

4. Valor de los Créditos de Carbono para el Negocio

El protocolo de Kyoto y el Mercado de Emisiones de CO2

El protocolo de Kyoto es un acuerdo entre los países adherentes para reducir las emisiones efecto invernadero, medidas en toneladas de CO2. El año 2008² se considera, oficialmente, el primer año de vigencia del Protocolo de Kyoto.

Cabe recordar, sin embargo, que la UE creó su sistema de comercio de emisiones de CO2 antes de la entrada en vigor del protocolo de Kyoto, ya que el período de 2005 a 2007 fue considerado experimental en tanto se utilizó para:

¹ Los lixiviados son todos aquellos líquidos que han entrado en contacto con los desechos de rellenos sanitarios, y se producen por la disolución de uno o más compuestos de los residuos sólidos urbanos en contacto con el agua, o por la propia dinámica de descomposición de los residuos.

² En las negociaciones preliminares, se estableció que para ratificar el Protocolo era necesario un mínimo del 55% de las emisiones a nivel mundial representadas por los países generadores refrendando el acuerdo. Si bien algunos señalan que porcentaje técnicamente se alcanzó años antes, la fecha oficial de suscripción del tratado fue el 1 de Enero del 2008.

- i) Por parte de las autoridades de aplicación: probar y aprender cómo funciona el sistema de “*cap & trade*” (o de alcance de objetivos y comercialización de excedentes).
- ii) Por parte de las empresas afectadas por los diferentes Planes Nacionales de Asignación: para acostumbrarse al funcionamiento de un sistema de “*trading*” a escala global y, seguramente, con uno de los objetivos más importantes de la Humanidad en los últimos 2.000 años: la lucha contra el cambio climático mediante la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Cuatro activos

Las principales *commodities* de CO₂ negociadas son:

- i) derechos del PNAI (EUA 2005-07)³,
- ii) derechos del PNAII (EUA 2008-12),
- iii) derechos provenientes de los MDL (CERs)
- iv) VERs (derechos del mercado voluntario)⁴.

Cabe destacar que los niveles de volatilidad de los precios de CO₂, (hoy se estima que es del 65%), atrajeron también a los mercados financieros. Al día de hoy, el sector financiero tiene una influencia importante en la constitución del precio del CO₂, por otro lado es también este sector quien aporta mucha liquidez a este mercado, soportando los precios cuando el sector energético no está activo, u ofreciendo precios vendedores cuando los sectores vendedores se salen del mercado. Aparte de esto, gracias al sector financiero se ha podido crear un verdadero mercado de derivados del CO₂ con liquidez suficiente en futuros y opciones, herramientas necesarias para la cobertura del riesgo de grandes empresas industriales.

La *European Climate Exchange*, la bolsa de futuros y opciones de CO₂ más grande del mundo, tuvo un crecimiento de cerca del 50%: de 980 millones de toneladas negociadas en 2007, pasó a 1.991 millones de toneladas en 2008.

Créditos de Carbono (CERs)

El tercer activo de CO₂ enunciado, es el Crédito de Carbono proveniente de proyectos MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpio) que es el activo que desarrollaremos en este trabajo. Aunque es un mercado aún poco conocido por el público en general y por los operadores en particular, el potencial de crecimiento es mucho mayor incluso que el mercado de derechos Europeo.

Este activo también es conocido por el nombre de CER; y puede llegar a representar en los próximos años una fuerza importante que impulse a la demanda y oferta del mercado de CO₂ frente a los derechos de asignación del PNA existentes (llamados EUA). Los CER y los EUA son activos complementarios ya que, mientras que el primero es un crédito que se otorga por disminución de emisiones al medio ambiente, el segundo es una autorización medida en toneladas de CO₂, como tope para la generación de emisiones.

El CER es un activo que se negocia a escala mundial (el derecho, EUA, sólo se negocia para su uso en la Unión Europea). Su vida útil es ilimitada mientras no sea retirado del mercado por las Naciones Unidas (el derecho estaba limitado a la vida del PNAI, pero para el PNAII ya se podrá realizar *banking* y usar EUAs del PNAII en el período siguiente, 2013-2020).

En 2008 los CER registrados por las Naciones Unidas generaron una cifra de 24 mil millones de Euros con tan sólo 1.6 mil millones de CERs disponibles en el mercado.

³ Los EUA son derechos de emisión de CO₂, medido como la cantidad máxima que un país miembro puede emitir en un período de tiempo.

⁴ VERs o Voluntary Emission Reductions por su nombre en inglés, que es otro mercado opcional, que no será tratado en este trabajo.

Si sumáramos el *trading* del mercado secundario de CERs, tendríamos que añadir mil millones más de volumen negociado.

Desde una perspectiva de tamaño de mercado, en volumen y valor, se puede decir que el mercado de derechos es mucho mayor que el mercado de CERs.

Sin embargo, las reglas de juego han cambiado: hasta octubre de 2008 la conexión entre el registro Europeo y el registro Mundial era inexistente; es decir, que transferir derechos entre cuentas de participantes del mercado mundial era imposible. A partir de Octubre, el riesgo de vender o comprar derechos del mercado mundial disminuyó radicalmente.

Si trasladamos el volumen de *trading* de CERs desde Octubre de 2008 a la fecha, a una cifra anual se puede estimar que los CER representaron 4 mil millones de toneladas, el mismo volumen negociado en 2008 con EUAs, una muestra del potencial de desarrollo de este mercado.

Aunque el uso de CERs esté limitado a un porcentaje relativamente pequeño, a la hora de hacer la entrega de emisiones verificadas a las respectivas administraciones europeas, por parte de las plantas industriales; la verdad es que el mercado Europeo no lo es todo. De hecho, no hay que olvidar que más de 125 países han ratificado el protocolo de Kyoto y que los Estados Unidos anunciaron a finales de 2008 que tenían la voluntad de ratificar el Protocolo.

Cada país tiene una cuota de emisiones que normalmente no deberían exceder. Para aquellos que van más allá de lo permitido, hay dos formas de cumplir con la legislación: una a través de medidas adicionales de reducción de emisiones o a través de la compra de Créditos de Carbono, de forma que cubra el exceso de emisiones producido. Naturalmente, la situación ideal es reducir las emisiones a través de acciones previamente planificadas, pero mientras no sea posible, hay que cubrir esa diferencia a través de la adquisición de créditos.

Si analizamos, en términos porcentuales, la distancia, a la que se encuentran los 27 países de la Unión Europea de poder cumplir sus objetivos marcados en el Protocolo de Kyoto, observaríamos un aparente equilibrio, pero la realidad es que los valores absolutos implican que las administraciones de los países contaminantes compren cantidades importantes de Créditos de Carbono para lograr cumplir con los objetivos del acuerdo, luego el potencial de subida del crédito de carbono a medio y largo plazo es importante.

Tradicionalmente, el precio de los derechos de emisión del comercio Europeo ha estado en un valor por encima del precio de los créditos. En 2008, la diferencia entre el EUA (derecho de carbono) y el CER (crédito de Carbono) llegó a situarse por encima de los 7€, pero al final de 2008 la diferencia ya era tan sólo de 1€. La reducción de la diferencia de precio entre los dos activos se estrechó a lo largo del 2008. Hay tres razones principales para este efecto. La primera es que el riesgo de “trading” es mucho menor, hoy se pueden intercambiar los créditos de carbono tan fácilmente como los derechos de emisión. La otra razón, está relacionada con una reducción de la producción industrial a lo largo del año, luego hay menos emisiones y por lo tanto, más cantidad disponible para la venta. Por último, la entrada de los gobiernos en la compra de CERs para cubrir sus cuotas, implicó un incremento de la compra de Créditos de Carbono.

5. Estudio del sector

Mercado de Créditos de Carbono

El aumento en la concentración atmosférica de los Gases de Efecto Invernadero (CO₂, CH₄, NO₂, SF₆, HFC y PFC) da origen al calentamiento global.

La preocupación internacional por resolver el problema condujo a los acuerdos expresados en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (por su siglas en inglés, UNFCCC) y posteriormente al Protocolo de Kyoto (PK). Dicho Protocolo tiene por objetivo reducir las emisiones de dichos gases dentro del período que va desde el año 2008 a 2012, en un porcentaje aproximado de un 5%, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si la contaminación de estos gases en el año 1990 alcanzaba el 100%, al término del año 2012 deberá ser del 95%.

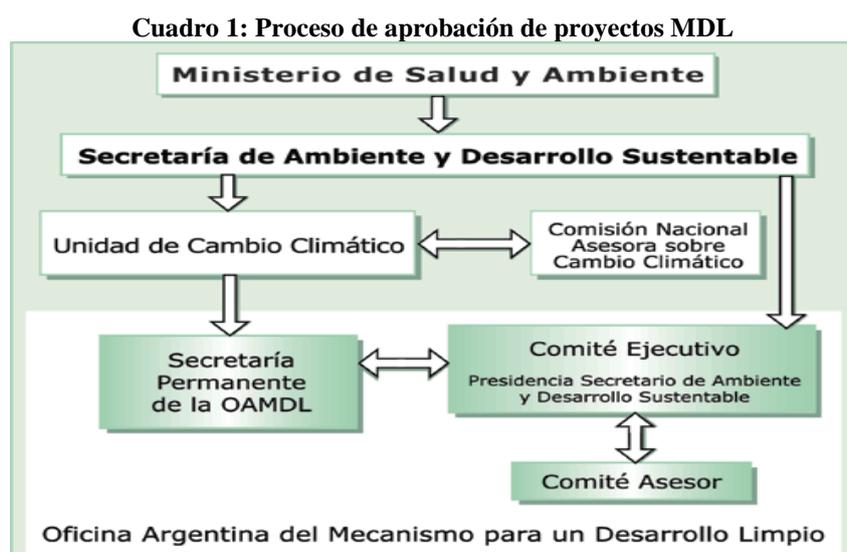
Esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5%, sino que es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kyoto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

Para cumplir con esos compromisos los países listados en el Anexo I del Protocolo pueden emprender acciones nacionales, o participar en proyectos que reduzcan emisiones o capturen CO₂ en otros países. Si esto último lo hacen en un país en desarrollo, les resulta en general menos costoso, ya que el precio de reducir la emisión de una tonelada de CO₂ en un país desarrollado es muy superior al de reducirla en un país en desarrollo.

La República Argentina, como país en desarrollo y con aproximadamente el 0,6 por ciento del total de las emisiones mundiales, no estaba obligada a cumplir las metas cuantitativas fijadas por el Protocolo de Kyoto. Pese a ello ratificó el acuerdo, previa aprobación del Congreso Nacional el día 13 de julio de 2001, a través de la ley nacional 25.438. En consecuencia, su condición de país adherente hace que deba comprometerse con la reducción de emisiones o, al menos, con su no incremento. Cabe destacar que la Argentina sólo participa del Artículo 12 del mencionado protocolo, llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Un proyecto en el marco del MDL es un proyecto de reducción de emisiones o secuestro de carbono que se lleva a cabo en un país en desarrollo, como ser la Argentina. Para promover Proyectos que califiquen como MDL cada país cuenta con organismos locales, en el caso de la Argentina esta instancia la lleva a cabo la Oficina Argentina para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (OAMDL)

El siguiente cuadro ilustra el proceso de aplicación y certificación ante la OAMDL.



Cabe aclarar que no todos los proyectos que reducen emisiones o secuestran CO₂ califican para ser MDL. Para ello deben cumplir con una serie de requisitos, a saber:

1. La fecha de inicio del proyecto deberá ser posterior al 1 de enero de 2000.

2. El proyecto debe generar una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción de emisiones del proyecto resulta de restar a las emisiones en el escenario con proyecto, las emisiones que hubieran ocurrido en la situación sin proyecto (línea de base).
3. La línea de base representa las emisiones que hubieran ocurrido en la ausencia del proyecto. La metodología para determinar la línea de base a utilizar por el proyecto deberá ser previamente aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL o, si corresponde, ser seleccionada entre las metodologías ya aprobadas.
4. Debe haber un plan de monitoreo (previamente aprobado por la Junta Ejecutiva del MDL) que permita cuantificar la reducción de emisiones lograda por el proyecto.
5. Adicionalidad: se debe demostrar que la reducción de emisiones que se logra a través de la implementación del proyecto no hubiera ocurrido en su ausencia. No existe una metodología generalizada y acordada para demostrar la adicionalidad, se debe hacer proyecto por proyecto. Una alternativa consiste en demostrar que el proyecto no sigue la práctica que prevalece en la actualidad, ya que existen barreras (financieras, culturales, tecnológicas, institucionales, etc.) que impiden que el proyecto se realice y el MDL contribuye a que esas barreras puedan ser superadas.
6. Contribución al Desarrollo Sustentable: los proyectos deben contribuir al Desarrollo Sustentable del país en donde se realicen.
7. El proyecto no se financia a través de ODA ("Official Development Assistance").

En caso que los cumplan, además deben cumplir con un ciclo que incluye una instancia nacional donde se evalúa el proyecto sobre todo desde el punto de vista de su contribución al desarrollo sustentable del país y, de una instancia internacional donde se evalúa el proyecto desde el punto de vista de su contribución a la mitigación del cambio climático. Es en esta última etapa donde se expiden los Certificados de Reducción de Emisiones (CER's), también denominados "créditos de carbono" o "bonos de carbono".

La demanda de este mercado proviene de los gobiernos o empresas de los países desarrollados (según Anexo I del PK) que los pueden utilizar para cumplir con parte de sus compromisos. Cada una de estas instancias posee diversas etapas que no necesariamente son secuenciales y continuas en el tiempo, y es posible realizar algunas de ellas de manera paralela.

Diseño del proyecto

Esta etapa incluye la elaboración del Documento de Diseño del Proyecto (DDP), para lo cual habrá que tener previamente aprobada la metodología de línea de base y plan de monitoreo a utilizar por el proyecto.

Instancia Nacional

1. Presentación del Proyecto a la OAMD⁵ en el formato de Diseño de Proyecto (la versión vigente en el momento de la presentación en la página *web* de la UNFCCC⁶) acompañada por la fundamentación de contribución al Desarrollo Sustentable del proyecto.
2. Si el resultado de la evaluación es positivo (es decir, si se considera que el proyecto contribuye al Desarrollo Sustentable), entonces la SAyDS⁷ expide una carta de aprobación del proyecto que el proponente entregará a la EOD⁸ para que esta pueda solicitar el registro del proyecto en la JE-MDL⁹.

⁵ OAMD: Oficina Argentina Mecanismo Desarrollo Limpio

⁶ UNFCCC: Acuerdo Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático

⁷ SAyDS: Secretario de Ambiente y desarrollo sustentable

⁸ EOD: Entidad Operacional designada

⁹ JE-MDL: Junta Ejecutiva - Mecanismo de Desarrollo Limpio (Naciones Unidas)

Instancia Internacional

3. Validación: La EOD (que fue previamente seleccionada del registro vigente por el proponente del proyecto) le solicitará al proponente del proyecto el DDP, conjuntamente con la carta de aprobación del país huésped del proyecto. Además verificará que las metodologías de establecimiento de línea de base y de plan de monitoreo hayan sido ya previamente aceptadas por la JE-MDL. Si esto aún no ha ocurrido, antes del pedido de registro a la JE-MDL se deberán presentar las metodologías utilizadas para su evaluación por la JE-MDL.
4. Registro: La EOD solicitará a la JE-MDL que registre el proyecto. El registro del proyecto representa la aprobación oficial por la JE-MDL del proyecto MDL y abre paso a la continuación de las siguientes etapas.
5. Monitoreo El proponente del proyecto monitoreará las reducciones de emisiones logradas por el proyecto conforme con el plan de monitoreo previamente presentado.
6. Verificación – Certificación: La EOD verificará y certificará la veracidad en cuanto a la cantidad de reducciones de emisiones logradas por el proyecto conforme a los resultados del monitoreo.
7. Expedición de CERs: La JE-MDL expide CERs en concordancia con el resultado de la certificación realizada por la EOD.

Derechos de emisión de Dióxido de Carbono (EUA's)

Son la contrapartida de los CER's ya que la demanda (y por ende el precio) de estos últimos están en función del consumo que las empresas realizan de los EUA's que le han sido asignados por su respectivo gobierno.

El PK establece, para los países desarrollados y en desarrollo que figuran en su Anexo I, cuotas de emisión de GEI. A su vez, cada estado "distribuye" dichas cuotas entre el sector público y privado (denominados genéricamente «operadores»). Cada operador tiene entonces una asignación de créditos, donde cada unidad da al titular el derecho a emitir una tonelada métrica de dióxido de carbono o su equivalente de gases de efecto invernadero.

Los Operadores que no hayan agotado su cuota pueden vender sus derechos no utilizados como créditos de carbono, mientras que los negocios que están a punto de superar sus cuotas pueden comprar los complementos como los créditos, en privado o en el mercado abierto.

Los mercados de emisiones

Para fines de negociación, CER equivale a una tonelada de CO₂. Estos bonos pueden ser vendidos en privado o en el mercado internacional al precio de mercado vigente. Este comercio permite que se transfieran derechos de emisión entre países. Cada transferencia internacional es validada por la CMNUCC¹⁰. Cada transferencia de la propiedad dentro de la Unión Europea es, además, validado por la Comisión Europea.

Los precios del carbono son normalmente citados en Euros por tonelada de dióxido de carbono o su equivalente (CO₂e), y se comercializan en 5 bolsas de comercio a nivel mundial¹¹

¹⁰ CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

¹¹ European Climate Exchange, Chicago Climate Exchange, Nord Pool, Powermex y la Bolsa Europea de la Energía.

6. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

En el siguiente cuadro se muestran el Análisis FODA (o SWOT por sus siglas en inglés), donde se destaca la dependencia económica del proyecto respecto de los acuerdos concretos en materia de reducción de emisiones que puedan alcanzarse antes del vencimiento de la efectiva ratificación de protocolo de Kyoto en 2012

Tabla 3: Análisis FODA

<p style="text-align: center;"><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta disponibilidad de gases para la generación energética • Bajo costo de administración • Beneficios ambientales mensurables mediante modelos estimativos (clave para la calificación MDL) 	<p style="text-align: center;"><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto costo capital fijo concentrado al inicio de la operación: barrera de salida • Precios regulados de Electricidad y gas • Incertidumbre respecto de los tiempos de aprobación de los proyectos MDL, puede demorar la fuente de ingreso.
<p style="text-align: center;"><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva expansiva para el mercado de CERs • Suba de precios de los Bonos CERs. • Beneficio económico por protección del medioambiente y externalidades (comercialización de mejoradores de suelo al cierre del proyecto) 	<p style="text-align: center;"><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dilación en acuerdos concretos en reducción de emisiones por parte de los países desarrollados, • Incertidumbre respecto de perspectivas <i>post</i> 2012 • Cambios en el marco regulatorio del mercado de CERs. • Incertidumbre respecto de las políticas públicas en materia de energía.

7. Ventajas comparativas del proyecto

- Calificación como MDL, sin duda es el punto fundamental en tanto permite transformar el proyecto en una opción real, cuantificable desde el punto de vista financiero, y con potencial real de desarrollo.
- Sustentabilidad temporal (horizonte de negocio superior a 20 años)
- Ahorro de costos de implementación inicial del relleno (usualmente elevados), que se consideran hundidos.
- Posibilidades concretas de mejora sobre el proyecto actual con beneficio económico asociado.
- Construcción de la planta, que puede efectuarse en un período inferior al año.
- Costo total de implementación es relativamente bajo respecto de la inversión que habitualmente requieren estos proyectos (US\$ 2.6 millones).
- Acceso a financiación “blanda” para el proyecto, por tratarse de un proyecto con impacto en la sociedad en su conjunto.

II. Proyección y Evaluación

1. Identificación de variables clave

Precio

Los ingresos del proyecto están determinados por:

- El precio de los créditos de carbono en el mercado internacional y las cantidades de créditos obtenidos
- El precio de la energía y las cantidades comercializadas.

Con respecto al precio, los participantes de ambos mercados son *price-takers*, siendo las fuentes de formación de precios las siguientes:

Mercado CERs

Su precio dependerá:

- La oferta de los mismos en el mercado (oferta),
- Las necesidades de compra (demanda) que tengan los países con mayor incidencia en la contaminación planetaria y su grado de compromiso de reducción de acuerdo al protocolo de Kyoto.
- Los avances en materia de compromisos para reducción de emisiones que se produzcan en los próximos años, empezando por la reunión de Copenhague en Diciembre 2009.

La European Climate Exchange (ECX) es el principal mercado para el comercio de dióxido de carbono (CO₂) en Europa e internacionalmente.

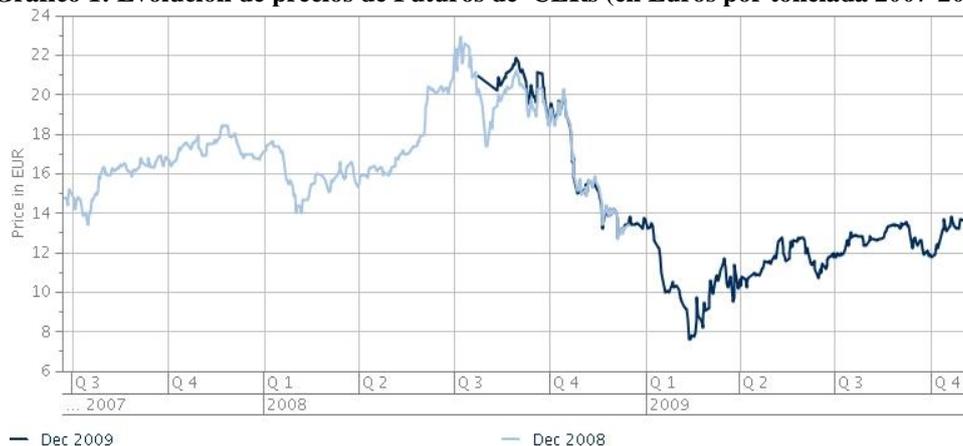
ECX opera actualmente dos tipos de operaciones de créditos de carbono: Derechos de emisión de la Unión Europea (EUAs) y Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE o CERs por sus siglas en inglés).

La negociación en ECX comenzó en abril de 2005, cuando puso en marcha los contratos de futuros sobre las emisiones europeas de dióxido de carbono, conocidos como EUAs, con opciones a ejercerse en octubre de 2006. Los Futuros y Opciones de CERs se introdujeron en 2008, consolidando aún más la posición de ECX como el referente de la industria para el comercio de carbono a nivel mundial.

A continuación se muestra un cuadro con la evolución de CERs en esta bolsa, donde a pesar del corto tiempo de *trading* de los mismos puede claramente observarse un comportamiento alcista con un pico en Septiembre de 2008 (con precios superiores a los €23), que se invierte bruscamente hacia finales de 2008, alcanzando su mínimo en los primeros meses de 2009 (por debajo de los €8) y comienza revertirse paulatinamente hasta llegar a los valores que hoy ostenta (alrededor de los €12). Este comportamiento puede explicarse por dos factores:

- a) La crisis mundial de fines de 2008 afectó a este mercado como al resto de la economía, en especial por el supuesto de que una desaceleración en la economía mundial traería aparejada un menor producción de bienes y por lo tanto un menor impacto ecológico asociado, haciendo a los CERs poco atractivos en cuanto a su valor futuro potencial.
- b) La incertidumbre respecto de los acuerdos concretos que puedan alcanzarse en la próxima convención sobre cambio climático a llevarse a cabo en Copenhague en diciembre 2009 y cierta percepción negativa respecto del real compromiso que los países participantes puedan asumir con el protocolo de Kyoto.

Gráfico 1: Evolución de precios de Futuros de CERs (en Euros por tonelada 2007-2009)



Fuente: www.pointcarbon.com/news/historicprices

Dado lo reciente del inicio de cotización de los CERs, la población muestral de datos existentes para este mercado, sumado al hecho de que se trata de derechos (futuros) y no del título en sí, no permite proyectar en base estadística el valor esperado de los mismos, pero sí es posible plantear distintos escenarios teóricos esperados en base a los mínimos, máximos y promedio observados en el período analizado, que se definen en detalle en la sección siguiente.

Demanda

CERs

En cuanto a la demanda de CER's, se ha estimado que el 100% de los créditos de carbono generados serán colocados en el mercado, en tanto la magnitud del proyecto es inferior al 1% del mercado total de los mismos, considerando como tal la totalidad del compromiso de reducción de emisiones asumido por los firmantes de PK.

Sin perjuicio de la validez de este supuesto, una importante cuestión a tener en cuenta es el hecho de que la producción de emisiones (y por tanto la necesidades y compromisos de reducción sobre las mismas) se encuentra concentrada en muy pocos países y regiones. Por tanto, la dependencia del proyecto respecto de los acuerdos que puedan alcanzarse sobre la reducción de emisiones es fundamental. Este punto debe ser considerado como una oportunidad y una amenaza al mismo tiempo. El siguiente cuadro muestra que los primeros 10 países en el ranking de emisiones concentran el 70% de las emisiones mundiales.

Tabla 4: Ranking de emisiones por país (en Giga Toneladas anuales)
Por País *Acumulado*

PAIS	GTN CO2	%	GTN CO2	%
EE.UU.	2,8	25%	2,8	25%
China	2,4	22%	5,2	47%
Rusia	0,6	5%	5,8	52%
India	0,5	5%	6,4	57%
Japón	0,4	3%	6,7	60%
Alemania	0,3	3%	7,0	63%
Australia	0,2	2%	7,3	65%
Sudáfrica	0,2	2%	7,5	67%
Reino Unido	0,2	2%	7,6	68%
Corea del Sur	0,2	2%	7,8	70%

Energía

Mercado Energético

Existen dos mercados principales para la energía en la Argentina:

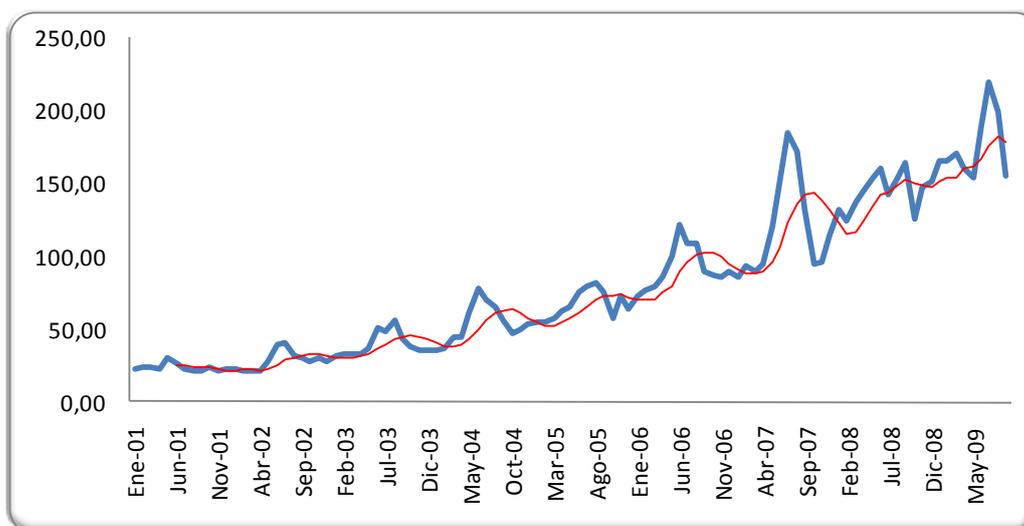
- Mercado *spot* energético (MEM)
- Mercado a término

En el mercado *spot* a los generadores se les paga el precio marginal horario, que representa el costo requerido para satisfacer la próxima unidad de demanda, y su precio previsto promedio es el precio base a partir del cual se calcula el precio de venta en el mercado a término.

La formación del precio de la energía además de ser función de la demanda depende de la evolución de la capacidad instalada y del comportamiento de los precios y disponibilidad de los combustibles utilizados.

En el presente estudio, se consideró el mercado *spot* como fuente de ingresos. Cabe aclarar que hoy en día las perspectivas para obtener mejores precios sobre la venta de energía eléctrica son importantes dadas las necesidades de generación crecientes y la falta de proyectos de envergadura, que ha facilitado la proliferación de mercados alternativos como el Programa Energía Plus o la consideración de proyectos puntuales como adicionales al sistema por parte del Estado.

Gráfico 2: Evolución de los precios MEM Spot (\$Arg/MW) y medias móviles semestrales



Fuente: Comisión Nacional Energía Eléctrica

Cantidades producidas

Esta variable puede analizarse conjuntamente tanto para el Mercado de CERs cuanto para el mercado de Energía, en tanto en ambos casos se determinan las cantidades por la intervención realizada sobre el relleno.

En la siguiente tabla se resumen los componentes principales que afectan a esta variable.

Tabla 5: Parámetros determinantes de las cantidades producidas

Componente	Parámetros que la afectan
Disponibilidad de residuos (TN RSU) y características	Composición Antigüedad del relleno Vida útil
Generación de CH4	Temperatura Humedad Poder Calórico
Mercado de CERs	Tiempos de aprobación local e internacional Fidelidad de la medición de la línea de base
Mercado de Energía	Tamaño del generador a instalar Tiempos de implementación Accesibilidad a la red eléctrica Poder de negociación (para obtener precios diferenciales)

2. Premisas y supuestos del caso base

a) Cantidades producidas

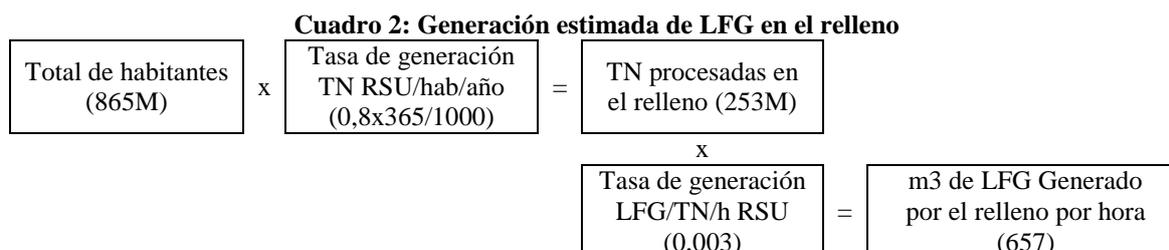
Para estimar las cantidades producidas en cada año, se partió del total de habitantes estimado en San Miguel de Tucumán y su área de influencia (según el censo 2001 proyectado a hoy a una tasa del 2% anual) y se aplicó sobre el mismo una tasa de generación de residuos de 0,77 kg por habitante por día, consistente con la composición típica para un centro urbano de más de 1 millón de habitantes en Argentina, considerando el área de influencia de dicho centro urbano (se han relevado distintos proyectos con tasas de generación que varían entre 0,74 y 1kg por hab por día).

De esta manera, se calculó el total de toneladas procesadas por el relleno en cada período, sobre el que aplicó una tasa de generación de gas horaria por tonelada (m³ LFG/TN/h).

Esta variable, clave para la evaluación del proyecto, debe obtenerse de acuerdo a estudios directos sobre el relleno analizado, y modelos matemáticos según lo descrito en la sección 2 del presente análisis, combinando los factores que influyen en la generación de gas tales como, la humedad: la composición y antigüedad del relleno; la edafología¹² del suelo; la temperatura y otros para llegar a determinar un valor de generación de gas por tonelada.

Ante la imposibilidad de practicar este análisis sobre el relleno analizado se extrapolaron la tasa de generación horaria sobre análisis similares de rellenos sanitarios en funcionamiento. La tasa promedio utilizada para el período analizado fue de 0,003 m³ LFG/TN.

El siguiente Cuadro grafica el procedimiento descrito:



¹² La edafología es una rama de la ciencia del suelo que estudia la composición y naturaleza del mismo en su relación con las plantas y el entorno que la rodea.

Sobre este valor se calculó un porcentaje de recuperación de 60% para la planta (de acuerdo al promedio de la industria y los manuales de operación de las usinas) y un porcentaje de utilización de planta del 90%, obteniendo así un total de m³ de LFG recuperado, sobre el que se aplica un tasa de generación basada en el poder calórico de los gases componentes según surge de la siguiente tabla,

Tabla 6: Tasa de conversión m³ LFG/MW en el relleno

	Combustible de Grado Medio y Bajo	Combustible de Grado Alto
PODER CALORICO DEL LFG ESTIMADO MJ/m ³	16,8	37,3
Eficiencia de la usina (por tipo de usina utilizada varía entre 32% y 40%)	36%	36%
Factor de conversión M Joule /MW	0,28	0,28
m³ LFG/MW	1,68	3,72
Ponderación	75%	25%
Tasa de conversión m³ LFG/MW	2,19	

De esta manera se establece el total de MW producidas según el siguiente cuadro

Cuadro 3: Producción estimada (en MW por año)

m ³ LFG/hora (cuadro 2) (657)	x	% de recupero (60%)	x	% utilización de planta (90%x24x365)	=	m ³ LFG recuperados (Teórico) (3.1MM m ³ LFG/año)
						x
						FC de conversión (tabla 6) (2,19)
						=
						Total de MW anuales (6,794)

Por último, para calcular los CERs generados por el proyecto, al valor de total de LFG estimado según lo descrito en el cuadro 3¹³, se le aplico una tasa representativa del porcentaje de CH₄ y CO₂ del 50% (consistente con estudios y experiencia empírica sobre proyectos similares) y luego de aplicar las densidades correspondientes al CH₄ y CO₂ se obtuvo la cantidad teorica de CO₂ equivalente que se procesará a través del relleno y por ende será susceptible de acreditarse como CERs

La fórmula aplicada se resume en el siguiente tabla

Tabla 7: TN de CO₂ equivalente estimadas año base

CO₂ generado a partir de CH₄ (a)	=	CH ₄ /m ³ LFG (657 x365x 24x50%)	x	densidad CH ₄ (0,68)	x	tasa de conversión TN CH ₄ /TN CO ₂ ¹⁴ (18,5)
CO₂ generado en forma directa¹⁵(b)	=	CO ₂ /m ³ LFG (657 x 365x24x50%)	x	densidad CO ₂ (1,99)		
TN CO₂ Equivalente (41,862)	=	CO₂ generado a partir de CH₄ (a) (36,136)	+	CO₂ generado en forma directa (b) (5,700)		

13 se asume el total de m³ generados en el relleno ya que el proyecto incluye chimeneas de ventilación y quema que canalizan el gas no recuperable por la planta.

14 el fc de conversión incluye la pérdida por el consumo propio de la planta (el factor teórico es 21)

15 El ahorro por CO₂ se considera en su totalidad porque al provenir de relleno sanitario el CO₂ liberado energía se considera "neutro" y desplaza al generado por combustibles fósiles.

b) Precios (Ingresos)

CERs

De acuerdo a lo explicado en la sección anterior respecto de la evolución esperada para los precios de los CERs, y ante la imposibilidad de contar con información estadística significativa que permita proyectar el comportamiento de la variable se consideró como escenario base una evolución positiva de precios desde su valor actual (€12) hasta el valor promedio de cotización de su corta historia (€15) en 2012 (año en que debe hacerse efectiva la ratificación de los acuerdos del protocolo de Kyoto), para luego mantenerse constante a valores corrientes alrededor de ese promedio a lo largo de la vida útil de proyecto.

Mercado Eléctrico

Dada la discrecionalidad con que hoy se manejan estos mercados, directamente regulados por el Estado Nacional a través de la Secretaría de Planificación y la incertidumbre que esto plantea respecto del precio, se utilizó para el análisis el precio de mercado (MEM), dejando el potencial de mejora en el precio por negociación puntual como un eventual ingreso adicional.

El precio base por MW considerado fue el promedio observado en los últimos 6 meses en el MEM (de acuerdo a lo expuesto en el Gráfico N°2) de U\$46,77 por MW, el que para la proyección se indexó según el índice promedio de precios estimados para la economía estadounidense, adicionando un recuperó anual sobre el precio histórico de U\$1 por año.

c) Costos variables:

Los costos variables asociados al proyecto que se consideraron son los siguientes:

Canon estipulado al dueño del relleno sanitario: 15%

Este valor es fruto de una negociación particular y como tal puede tomar cualquier valor. Para la presente evaluación se ha tomado el promedio de las regalías más comunes en proyectos existentes (que oscilan entre el 10% y 20% del total de ingresos)

Costos de comercialización requeridos por los CERs

Estos costos están asociados a los procedimientos del mercado de carbono y se requieren para el *trading* de los mismos:

Share of proceed: 2% de los bonos para el fondo de adaptación de la ONU. Se paga sobre cada venta

Expensa administrativa: U\$ 0,1 sobre las 1eras 15M TN y luego U\$ 0,2 es un costo administrativo para mantención de los organismos de control de los proyectos MDL se paga al obtener la certificación.

Comisión de venta del intermediario: 2% sobre valor de venta. Se paga al bróker que realiza la colocación bursátil de los CERs

Costos de producción:

Se estableció un costo base de generación de U\$5,20 por MW, asociado con los insumos críticos necesarios para la producción y los gastos de operación de planta (básicamente combustibles líquidos y lubricantes involucrados en el funcionamiento de las usinas más el costo de operación de la planta).

Para los años siguientes se indexó este valor por el índice esperado de evolución de la economía estadounidense

d) Tiempo de implementación:

Se tomó el año 2010 como año de implementación, en el que se realizarán mejoras sobre el relleno y se podrá comenzar a operar en un período de 10 meses. Un detalle de las inversiones a realizar y los tiempos de implementación se adjunta en el Anexo III. Asimismo se estimó que el 2010 y parte del 2011 se insumirá como tiempo de aprobación del proyecto MDL (hoy el promedio se encuentra entre 14 y 20 meses), que ya fue descrito en detalle en el análisis del negocio. Bajo este supuesto (línea de base determinada a 2010 y operación a partir de 2011, los CERs generados en 2010 podrán comercializarse en su totalidad).

3. Identificación de escenarios alternativos

Se consideraron los siguientes escenarios alternativos:

Macroeconómicos:

Se analizaron 3 escenarios macro respecto de la evolución de la economía en Argentina, cuyas variables (en promedios anuales se describen a continuación):

1) Crecimiento Sostenido

Crecimiento del PBI promedio del 4%, una inflación promedio del 6% y una recuperación del poder adquisitivo de los salarios de un 2% y s, una devaluación del 3%

2) Estancamiento

Crecimiento del PBI promedio del 2,5%, una inflación promedio del 9% y una recuperación real de los salarios de un 1% y s, una devaluación del 7,7%

3) Crisis recurrente

Crecimiento del PBI promedio del 1,5%, una inflación promedio del 10%, sin recuperación del poder adquisitivo real de los salarios de un 1% y s, una devaluación del 9,3%

Microeconómicos:

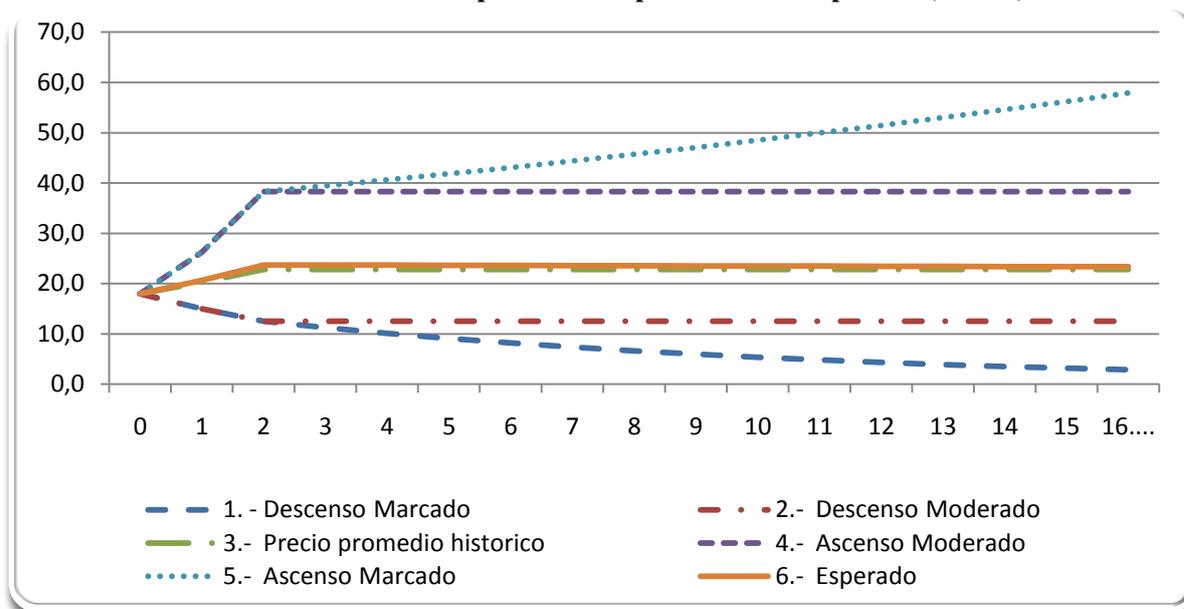
Independientemente de la evolución esperada por la economía en general, hay otras variables que afectan sólo al proyecto en cuestión. Se han analizado aquellas que afectan a los precios y a las cantidades, según se describe a continuación:

a) Variaciones esperadas en el precio

Como se explicó en la definición del escenario base, ante la imposibilidad de contar con una base estadística suficientemente amplia como para proyectar los valores esperados de cotización de los CERs, se han construido los siguientes escenarios teóricos de avance y retroceso respecto del escenario base, ordenados de menor a mayor

- a) Descenso Marcado: Se considero una baja del valor actual hasta alcanzar sus mínimo de cotización históricos (período 2007/2009 €8) en 2012, para luego descender a razón de 10% anual, llegando a valores cercanos a 0 (asume que los CERs carecen de valor en el futuro).
- b) Descenso Moderado: El precio desciende hasta su mínimo histórico (€8) en 2012 y luego se mantiene moneda constante.
- c) Precio Promedio histórico (escenario base): El precio se mueve hasta alcanzar su promedio histórico (€15) el que se mantiene en moneda constante.
- d) Ascenso Moderado: El precio avanza hasta alcanzar su máximo histórico (€23) en 2012 para luego mantener su cotización en moneda constante.
- e) Ascenso Marcado: El precio avanza hasta alcanzar su máximo histórico (€23) en 2012 para luego ascender a razón de 2,5% anual durante el resto de la vida útil del proyecto.

Gráfico 3: Evolución esperada de los precios de CERs por año (en U\$S)



b) Variaciones esperadas en las cantidades producidas por año

Como fue explicado en detalle en el presente análisis existen gran cantidad de variables que afectan las cantidades producidas (resumidas en la Tabla 5)

Dado que todas estas variables afectan a las cantidades producidas de una y otra manera y para simplificar el estudio del impacto económico de las mismas, utilizaremos un factor de “ α ” que resulte representativo del comportamiento en conjunto de estas variables.

Los escenarios definidos para esta variable aleatoria se resumen en el siguiente cuadro

Cuadro 4: Escenarios potenciales de cantidades producidas

Escenario/ variable	Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Esperado
Variación porcentual	(50%)	(25%)	0%	25%	50%	0%
Probabilidad	5%	25%	40%	25%	5%	100%

4. Evaluación económica financiera y financiamiento

Horizonte de proyección

De acuerdo al ciclo de vida y potencialidad del relleno analizado y la vida útil de la maquinaria involucrada, se consideró un horizonte de explotación de quince años, con una tasa de reinversión de cero (sólo se consideró un 10% anual para mejoras y mantenimiento), ya que las ganancias son repartidas a los accionistas en su totalidad.

Costo de Capital

Con respecto al costo del capital, se utilizó el *Cost of Equity* propuesto por el *Credit Suisse*¹⁶, esto es ajustando la prima de riesgo de Estados Unidos por la razón entre la volatilidad de los rendimientos del mercado local (el desvío estándar de los rendimientos recogidos por el Índice Merval) durante los últimos diez años y la volatilidad de los rendimientos del mercado norteamericano (desvío estándar de los rendimientos recogidos por el índice *S&P500*)

La Tasa de descuento así obtenida resultó del 15,4%. La metodología de cálculo se detalla en el Anexo V.

Financiación

Los proyectos relacionados a la disminución del impacto ambiental producido por diferentes industrias cuentan en general con acceso al crédito por parte de organismos internacionales y banca pública especializada.

En particular, para los proyectos MDL, existe una estructura de financiamiento para la producción de energías renovables que se implementa a través del Naciones Unidas y que permite financiar la compra de maquinarias. Para este proyecto se asumió la posibilidad de financiar la compra e instalación de las 2 usinas por un valor total de USD 1,7M en 15 años.

Impuestos

El análisis impositivo resulta complejo y fundamental para la ponderación del proyecto bajo análisis, en tanto se tienen ventas en locales y en el exterior, maquinaria de capital sujeta a regímenes fiscales, asimetría de alícuotas frente al IVA y otras particularidades que afectan al proyecto.

En el Anexo IV se detallan los supuestos impositivos incluidos, que se resumen a continuación:

- IVA Ventas: 27%
- IVA Compras: base 21%, factor de corrección por multiplicidad de tasas 0,8%
- Ingresos Brutos: 1,8%
- Impuesto a las ganancias: 35%
- Impuesto a las transferencias bancarias: 1,2%, tasa efectiva 0,8%
- Recupero de IVA por exportaciones: se asume la recuperación de los créditos excedentes por Ventas al exterior a partir del año 3 del proyecto.
- Recupero de IVA Bienes de Uso: Se asume efectivo desde el año 1.

De acuerdo las premisas establecidas, los resultados de la evaluación del caso base microeconómico ante los distintos escenarios macroeconómicos arroja los siguientes resultados:

¹⁶ *The Cost of Equity in Latin America* (Credit Suisse/First Boston May, 1997)

Escenario Macroeconómico	Crecimiento Sostenido	Estancamiento	Crisis recurrente	Valor Esperado
Probabilidad	50%	40%	10%	100%
Valor del Proyecto	\$ -1,13	\$ 0,21	\$ 0,98	\$ -0,38
Escudo Fiscal	\$ 0,27	\$ 0,36	\$ 0,42	\$ 0,32
VPN (ajustado)	\$ -0,86	\$ 0,57	\$ 1,41	\$ -0,06
TIR	11,98%	15,44%	17,14%	13,88%
TIR Modificada	11,15%	15,44%	17,17%	13,47%

Resulta interesante observar que al estar la mayoría de los ingresos sujetos a la evolución del mercado externo (los Créditos de Carbono como ya se dijo cotizan en Europa y EEUU), las variaciones en los escenarios macro arrojan resultados contra intuitivos, ya que el resultado del proyecto empeora al mejorar el contexto macroeconómico y viceversa. Esto es así porque los costos internos y de implementación se encarecen al mejorar las condiciones del mercado local, mientras que cuando éste se deteriora, los costos bajan, aumentando la rentabilidad del proyecto, cuyos ingresos principales no están afectados por estas variaciones.

Por otra parte, el análisis ponderado de los escenarios macroeconómico permite observar que el proyecto presenta un valor esperado ajustado cercano a 0, ya que el escudo fiscal prácticamente iguala al flujo negativo del proyecto. Esto habla a las claras de la importancia de la estructura de deuda elegida para la evaluación del proyecto y deberá ser tenido en cuenta por potenciales inversores al momento de decidir sobre el mismo.

III. Informe Final

1. Análisis de sensibilidad y riesgo

Para los distintos escenarios macroeconómicos analizados, el comportamiento de las variables microeconómicas (variaciones en precio y cantidad tratadas en el capítulo anterior), es el siguiente:

a) Para la escenario de Crecimiento Sostenido (Escenario base)

		<i>VARIACION ESPERADA DE PRECIOS DE CER's (p)</i>					
		1	2	3	4	5	6
<i>VARIACION ESPERADA DE CANTIDADES PRODUCIDAS (q)</i>	1	-9,5	-9,2	-8,9	-8,4	-8,3	-8,8
	2	-5,3	-4,9	-4,6	-4,0	-3,9	-4,5
	3	-1,8	-1,3	-0,9	-0,2	-0,1	-0,9
	4	1,5	2,1	2,6	3,4	3,6	2,7
	5	4,7	5,4	6,0	6,8	7,1	6,0
	6	-1,8	-1,3	-0,9	-0,2	-0,1	-0,9

b) Para el escenario de estancamiento

		<i>VARIACION ESPERADA DE PRECIOS DE CER's (p)</i>					
		1	2	3	4	5	6
<i>VARIACION ESPERADA DE CANTIDADES PRODUCIDAS (q)</i>	1	-7,3	-7,0	-6,7	-6,4	-6,3	-6,7
	2	-3,7	-3,3	-3,0	-2,4	-2,3	-2,9
	3	-0,4	0,1	0,5	1,2	1,3	0,6
	4	2,9	3,4	4,0	4,8	5,0	4,0
	5	6,0	6,7	7,3	8,2	8,4	7,3
	6	-0,4	0,1	0,5	1,2	1,3	0,6

c) Para el escenario de crisis recurrente

		<i>VARIACION ESPERADA DE PRECIOS DE CER's (p)</i>					
		1	2	3	4	5	6
<i>VARIACION ESPERADA DE CANTIDADES PRODUCIDAS (q)</i>	1	-6,0	-5,8	-5,5	-5,2	-5,1	-5,5
	2	-2,6	-2,3	-2,0	-1,5	-1,4	-1,9
	3	0,5	0,9	1,4	2,1	2,2	1,4
	4	3,6	4,2	4,8	5,6	5,8	4,8
	5	6,7	7,4	8,0	8,9	9,2	8,1
	6	0,5	0,9	1,4	2,1	2,2	1,4

De los cuadros anteriores surge a simple vista que el proyecto es más sensible a las variaciones en las cantidades de LFG producidas que al cambio de valor que puedan tener los CERs, ya que el valor esperado de los retornos se acelera o desacelera más rápidamente ante variaciones en el precio que ante variaciones similares en la cantidad.

Como ya se mencionó, también el escenario macroeconómico incide en los costos y en la rentabilidad esperada.

Resulta de interés entonces estudiar el comportamiento de las variables por separado en los distintos escenarios macroeconómicos.

Comenzamos por la variable microeconómica más sensible para el proyecto (cantidades producidas) resulta de interés saber qué cambio porcentual en la producción proyectada (“ α ” según se definió en el capítulo II. 3. a) se requiere para hacer 0 la esperanza de los retornos.

En el cuadro siguiente se muestra el valor esperado de los retornos para distintos aumentos porcentuales en la cantidad de LFG respecto de la proyección de base realizada en el presente análisis.

	1.Crecimiento	2.Estancamiento	3.Crisis Recurrente	Esperado
1%	-0,7	0,7	1,5	0,1
2%	-0,6	0,8	1,7	0,2
3%	-0,4	1,0	1,8	0,4
4%	-0,3	1,1	2,0	0,5
5%	-0,1	1,3	2,1	0,6
6%	0,0	1,4	2,2	0,8
7%	0,1	1,5	2,4	0,9
8%	0,3	1,7	2,5	1,1
9%	0,4	1,8	2,6	1,2
10%	0,6	2,0	2,8	1,3
11%	0,7	2,1	2,9	1,5
12%	0,8	2,2	3,0	1,6

Puede concluirse que con un 6% de incremento en las cantidades de LFG proyectadas a producir, el proyecto arroja resultados positivos en todos los escenarios macroeconómicos con una potencialidad de generación de U\$2.2M y un valor esperado de U\$0,8M.

Veamos ahora a partir de qué valor de cotización de los CERs los retornos adquieren valores positivos en los distintos escenarios macroeconómicos definidos. En el siguiente cuadro puede observarse que el valor esperado de los retornos se acerca a 0 en el escenario base a partir de un precio de CERs de €13,5, con un potencial de generación a esos mismos precios y de acuerdo a la evolución de la macroeconomía U\$2.2M y un valor esperado de U\$0,7M. Teniendo en cuenta el valor actual de los CERs de €12, esto implica un aumento de cotización del 12,5%, es decir una variación porcentual que más que duplica a la requerida en cantidades para obtener igual resultado.

	1.Crecimiento	2.Estancamiento	3.Crisis Recurrente	Esperado
12,0	-0,9	0,6	1,4	-0,1
12,5	-0,6	0,8	1,7	0,2
13,0	-0,3	1,1	1,9	0,4
13,5	-0,1	1,3	2,2	0,7
14,0	0,2	1,6	2,5	1,0
14,5	0,4	1,9	2,7	1,2
15,0	0,7	2,1	3,0	1,5
15,5	1,0	2,4	3,3	1,8
16,0	1,2	2,7	3,5	2,0
16,5	1,5	2,9	3,8	2,3
17,0	1,7	3,2	4,1	2,6
17,5	2,0	3,5	4,4	2,8
18,0	2,3	3,8	4,6	3,1

Veamos ahora que sucede ante escenarios decrecientes de igual magnitud a los planteados para el análisis incremental:

Variaciones negativas en cantidades producidas:

		1.Crecimiento	2.Estancamiento	3.Crisis Recurrente	Esperado
Variaciones porcentuales en las cantidades producidas (α)	-1%	-1,0	0,4	1,3	-0,2
	-2%	-1,1	0,3	1,1	-0,3
	-3%	-1,3	0,1	1,0	-0,5
	-4%	-1,4	0,0	0,9	-0,6
	-5%	-1,6	-0,1	0,7	-0,8
	-6%	-1,7	-0,3	0,6	-0,9
	-7%	-1,9	-0,4	0,4	-1,1
	-8%	-2,0	-0,6	0,3	-1,2
	-9%	-2,1	-0,7	0,2	-1,3
	-10%	-2,3	-0,8	0,1	-1,5
	-11%	-2,4	-1,0	-0,1	-1,6
	-12%	-2,6	-1,1	-0,2	-1,8

Escenarios decrecientes de precio de CERs:

		1.Crecimiento	2.Estancamiento	3.Crisis Recurrente	Esperado
PRECIO DE LOS CER's (en €)	12,0	-0,9	0,6	1,4	-0,1
	11,5	-1,1	0,3	1,2	-0,3
	11,0	-1,3	0,1	0,9	-0,5
	10,5	-1,6	-0,2	0,7	-0,8
	10,0	-1,8	-0,4	0,5	-1,0
	9,5	-2,0	-0,6	0,2	-1,2
	9,0	-2,2	-0,8	0,1	-1,4
	8,5	-2,4	-1,0	-0,1	-1,6
	8,0	-2,6	-1,1	-0,3	-1,8
	7,5	-2,7	-1,3	-0,4	-1,9
	7,0	-2,8	-1,4	-0,5	-2,0
	6,5	-2,9	-1,5	-0,6	-2,1
	6,0	-2,9	-1,5	-0,6	-2,1

De los cuadros se desprende que el comportamiento a la baja de las variables es prácticamente simétrico al comportamiento alcista. Así, una baja de la producción de LFG en 6% genera un valor esperado de \$1,7M negativo para el proyecto (-\$0,8M sobre la base). Nuevamente se observa una menor sensibilidad a cambios de precios, siendo que el efecto análogo al descrito sólo se logra con variaciones porcentuales de precios en el orden del 12,5% o superiores.

Adicionalmente puede observarse tanto en los escenarios alcistas como en los bajistas, la separación entre los porcentajes de variación requeridos para las dos variables analizadas ante resultados similares se incrementa. Así el resultado esperado con un 12% de variación en cantidades (\$1,6M) sólo se obtiene con una variación de precios de 27%, mientras que la pérdida esperada ante una caída en la producción del 12% (\$1,8M) es equiparable a la que ocasiona una caída del 33% en la cotización de los CERs.

2. Conclusiones y recomendaciones

El proyecto bajo análisis, arroja en el escenario “base” un valor presente negativo de \$1,0M, que computando el valor del escudo fiscal, resulta en un valor de \$0,8M negativo.

El análisis de sensibilidad muestra que el proyecto es más sensible a las cantidades producidas (LFG) que al precio de los activos comercializados (CERs), por lo que intervenciones sobre las distintas variables de producción, que hemos definido a lo largo del presente análisis, tales como el porcentaje de recupero del LFG; el porcentaje de utilización de la planta de generación; la tasa de generación del relleno y otros redundarán en los mayores beneficios en términos de retorno de inversión del proyecto.

Este punto resulta de fundamental importancia en tanto el cambio en las cantidades de LFG producidas es más controlable que el precio de los CERs en tanto éste último está sujeto a variables externas al proyecto.

Al respecto, un cambio de sólo 6% en las cantidades producidas, genera escenarios esperados de rentabilidad neutra o positiva a la tasa de descuento utilizada (con valor 0 en el escenario base y \$0,7M positivo en el esperado), mientras que un incremento del 12% arroja \$0,8M de ganancia en escenario base y \$1,6M en el esperado. Análogamente, una caída en la producción arrojará pérdidas por magnitudes similares en millones de dólares.

El precio de los CERs es la segunda variable en importancia a analizar respecto de su incidencia en el valor del proyecto. El análisis de sensibilidad muestra que los cambios porcentuales requeridos en esta variable considerada en forma aislada, que permiten alcanzar un efecto en resultados similar al descrito en el párrafo anterior, son mucho mayores.

Concretamente, se requiere un incremento sobre la cotización actual de los CERs superior al 12,5% para hacer 0 el valor esperado del proyecto y una suba superior al 25% para lograr una rentabilidad similar a la obtenida con 12% de incremento en las cantidades (esto es cotizaciones de €13,5 y €15 respectivamente).

De lo expuesto se sigue que el proyecto bajo análisis, que no resulta rentable en el escenario definido como base y los supuestos de generación establecidos, puede tornarse financieramente viable e incluso atractivo ante intervenciones concretas en el proceso productivo que mejoren la expectativa de producción, en valores porcentuales que entendemos alcanzables. Contrariamente a lo que podría pensarse en una primera instancia, el precio de los CERs, que sigue siendo un factor preponderante, no tiene la misma incidencia porcentual sobre la rentabilidad del proyecto, siendo los efectos de sus movimientos mucho más atenuados.

En cualquier caso recomendamos un análisis particular sobre el relleno en cuestión y sus particularidades y potencialidades de generación de LFG antes de decir sobre la inversión en el mismo.

Por último cabe mencionar la importancia del potencial de apalancamiento (porcentaje de endeudamiento) y la estructura fiscal para el proyecto al momento de analizar el mismo.

- Fuentes de información y consulta:

<p>Proyectos MDL y rellenos sanitarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y Protocolo de Kioto www.unfccc.int • Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales (Jorge Jaramillo / Washington, D.C., enero de 1997) www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/curso/relleno/relleno.html • Residuos Sanitarios (Copyright ©2000 Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente) www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html#Rellenos%20sanitarios • Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la nación www.ambiente.gov.ar • Secretaría de Energía: www.energia.mecon.gov.ar • Ley 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios, Congreso de la Nación Argentina, 2002.
<p>Precios e índices para proyecciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados internacionales de Créditos de Carbono: <ul style="list-style-type: none"> ○ Chicago Climate Exchange ○ European Climate Exchange ○ Nord Pool ○ Powernext ○ Bolsa Europea de Carbono • Bloomberg: www.bloomberg.com • C.A.M.M.E.S.A.: www.cammesa.com.ar • Comisión Nacional de Energía: www.cnea.gov.ar • C.E.A.M.S.E.: www.ceamse.gov.ar
<p>Tasa de descuento del proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimating Risk Free Rates <i>Aswath Damodaran, Stern School of Business</i> • Estimating Equity Risk Premium <i>Aswath Damodaran, Stern School of Business</i>
<p>Entrevistas personales a:</p>	<p>Dr. Carlos González Guerrico: <i>Abogado, Especialista en Temas Ambientales</i> <i>Miembro Fundador y Ex Director del Comité de Estudios Ambientales (CEA) del C.A.R.I. -Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales-</i> <i>Ex Gerente de la CEMA (Cámara Empresaria del Medio Ambiente)</i> <i>Gerente de Nuevos Negocios de Versus Goliath Argentina S.A.</i> <i>Miembro Consejero del C.A.R.I. -Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales-</i></p> <p>Dr. Fabián Gaioli: <i>Doctor en Física, UBA.</i> <i>Project Manager de la firma MGM International para el desarrollo de proyectos MDL.</i> <i>Coordinador de la Unidad de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, a cargo de la Secretaría Permanente de la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, 2002.</i> <i>Colaborador del Universidad del CEMA en temas ambientales.</i></p>